

水分胁迫条件下冷暖型小麦幼苗期 某些生理特性变化比较

杨亚平, 周春菊, 胡景江, 吴先强, 周 涛, 朱 燕, 林森龙

(西北农林科技大学生命科学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 采用溶液培养、PEG6000 渗透胁迫处理等方法研究了不同温度型的小麦品种小偃 6 号(冷型)、陕 229 (冷型)和 NR9405(暖型)在水分胁迫条件下, 幼苗期小麦叶片中叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、细胞膜相对透性、叶片相对含水量(RWC)、水势等生理特性的变化。结果表明: 水分胁迫条件下, 与暖型小麦 NR9405 相比, 冷型小麦小偃 6 号和陕 229 叶片中叶绿素和可溶性蛋白质含量下降缓慢, 细胞膜相对透性较低, 相对含水量(RWC)、水势较高。该结果说明, 冷型小麦对于干旱的适应性较暖型小麦强。

关键词: 冷型小麦; 暖型小麦; PEG 胁迫; 生理特性

中图分类号: S311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)03-0129-04

干旱是限制植物生长发育、基因表达和产量的重要环境因素^[1]。同样, 植物也具有抵御和适应干旱环境的能力。不同植物之间及植物的不同品种之间其抗旱能力和机制存在着显著差异^[2]。聚乙二醇(PEG)是一类不能通过细胞壁的大分子渗透调节物质, 对细胞毒性小, 使植物组织和细胞处于类似于干旱的水分胁迫之中^[3]。

冷型小麦是指在气候和土壤背景相同并且栽培条件基本一致的一个小尺度范围(如品种比较试验区、育种圃等)内, 如以当地生产上长期起主导作用的品种为对照, 在整个灌浆成熟期间, 冠层温度和对照相比持续偏低的一类小麦; 相反, 暖型小麦则是指比对照冠层温度持续偏高的一类小麦^[4]。多年研究发现, 在正常年份下, 冷型小麦的叶片功能期、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、防御活性氧毒害的关键性保护酶的活性、蒸腾速率以及光合速率等这些重要特征均明显优于暖型小麦, 这对于延缓叶片衰老、维持较好的光合功能, 提高整个灌浆期的光合生产力奠定了坚实的生理基础, 是创造丰产性小麦品种的优良种质资源^[5]。

但目前关于冷型小麦的研究仅限于灌浆结实期, 幼苗期冷型小麦的表现如何, 目前尚未见报道。为此, 本文以典型的冷、暖型小麦为材料, 就干旱胁迫条件下小麦幼苗的一些生理状况进行了探讨, 旨在为完善冷型小麦的理论、旱地栽培及抗旱育种提供参考资料。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

冷型小麦小偃 6 号和陕 229, 暖型小麦 NR9405, 由低温种质研究室提供。

1.2 材料培养与胁迫处理

选取饱满, 均匀一致, 无病虫害的小麦种子经 0.1% 升汞(HgCl₂) 消毒, 流水冲洗后, 于 25℃ 恒温培养箱催芽, 待萌发后移入人工气候培养箱培养(有效光量子密度 110 μmol/(m²·s), 光暗周期 12 h/12 h, 昼夜温度 25℃/20℃, 相对湿度 65%±5%)。待幼苗长至一叶一心时转到自然条件进行水培(1/2 Hoagland 营养液培养), 生长一周后换成全 Hoagland 营养液培养。小麦幼苗长至三叶一心时选取生长一致的幼苗进行干旱胁迫处理, 在营养液中加入 PEG-6000, 配制成渗透势为 -0.5 MPa 的营养液进行培养。每个品种设三个重复。分别在胁迫处理后 0, 24, 48, 72, 96 h, 采样测定相关生理指标。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 叶片含水量和相对含水量(RWC) 按照高俊风的方法^[6], 剪取不同温度型小麦叶片, 迅速称出鲜重(W_f)后, 测定样品饱和鲜(W_t)和干重(W_d), 计算 RWC。

1.3.2 叶水势 用 pms ZNSTRVMENT CO. 水势仪测定。

收稿日期: 2006-11-24

基金项目: 2005 西北农林科技大学博士科研启动费项目资助

作者简介: 杨亚平(1981-), 陕西富平人, 在读硕士研究生, 研究方向为植物抗旱生理, E-mail: yanyapingmm@yahoo.com.cn.

* 通讯作者: 周春菊, E-mail: zhchju@yahoo.com.cn.

1.3.3 叶绿素含量 采用分光光度法测定^[6]。

1.3.4 可溶性蛋白含量 用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定^[6]。

1.3.5 细胞膜相对透性 用电导仪法测定^[6]。

2 结果与分析

2.1 PEG 胁迫条件下冷、暖型小麦叶片水分状况的变化

2.1.1 叶片的含水量和相对含水量(RWC) 叶片含水量和 RWC 都能反映植物的水分状况,而 RWC 的变化在一定程度上还可反映植物的保水和抗脱水的能力。因此在水分胁迫条件下,比较不同温度型小麦品种的含水量和 RWC 值,可以反映它们维持水平衡能力,从而在一定程度上体现不同温型小麦品种抗旱能力的强弱。由图 1 可以看出,随着胁迫时间的延长,小麦叶片幼苗的含水量呈下降趋势,

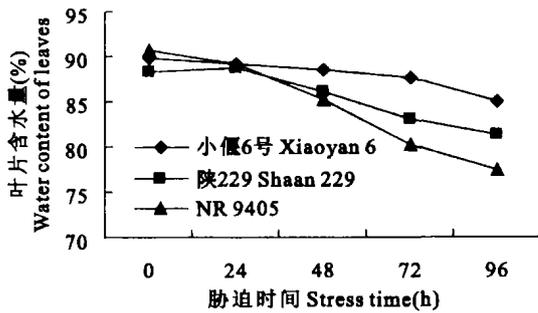


图 1 水分胁迫条件下冷、暖型小麦叶片含水量和 RWC 的变化

Fig. 1 Changes of water content and RWC in the leaves of wheat under water stress

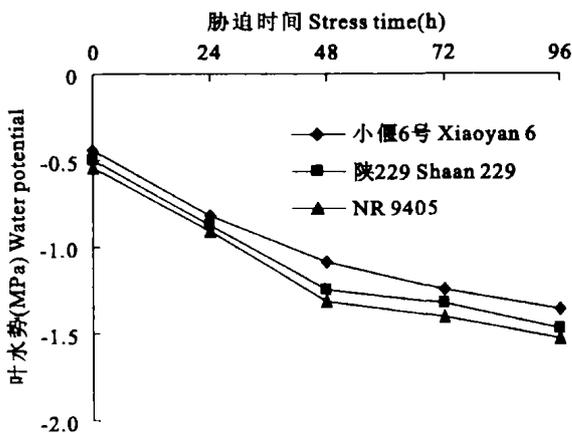


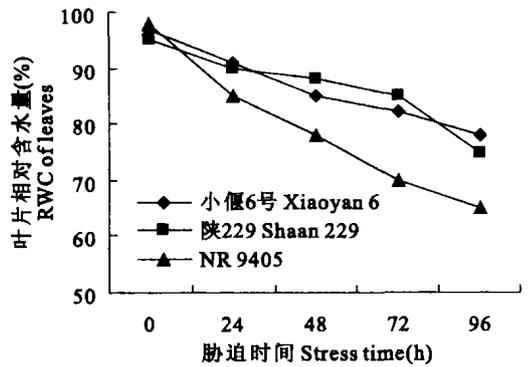
图 2 水分胁迫条件下冷、暖型小麦叶水势的变化

Fig. 2 Changes of water potential in the leaves of wheat under water stress

2.1.2 叶水势 叶水势是反映植物水分状况最常用的指标之一。水分胁迫条件下冷、暖型小麦水势

且在 24 h 后下降幅度较大。冷、暖型小麦比较,在胁迫 0~24 h 时,叶片含水量差异不明显,24 h 后,暖型小麦 NR9405 的含水量降幅均高于冷型小麦小偃 6 号和陕 229 两品种,与初时(0 h)相比,胁迫 96 h 时, NR9405 的含水量降低了 13.2%,小偃 6 号和陕 229 分别仅降低了 5.9%和 4.6%。

叶片 RWC 随水分胁迫时间的延长也呈下降趋势。冷、暖型小麦比较,冷型小麦小偃 6 号和陕 229 两品种 RWC 下降幅度低于暖型小麦 NR9405;胁迫处理 96 h 时,小偃 6 号和陕 229 的 RWC 与初时(0 h)相比分别降低了 19%和 20%,RWC 仍在 75%以上,而 NR9405 的 RWC 则降低了 32%,降至 65%。该结果表明水分胁迫条件下,冷型小麦的保水能力强,失水较小,其生理代谢所受影响也会较小,抗旱性强于暖型小麦。



的变化见图 2。在水分胁迫条件下,随着胁迫时间的延长,小麦叶片的水势逐渐下降。冷、暖型小麦比较,正常条件下,3 个小麦品种的水势差异很小,在 -0.45~-0.50 MPa 之间。在胁迫时间内,冷型小麦的水势降低幅度与暖型小麦基本一致,96 h 时 3 个小麦品种的水势差异也较小,在 -1.32~-1.48 MPa 间,差值仅为 0.16 MPa。结合叶片含水量和相对含水量的变化(图 1),说明在水分胁迫条件下,冷型小麦表现出了明显的渗透调节能力,可能是在失水较少的情况下,通过增加细胞内的溶质降低水势,由此也增强了吸水和保水能力,增强抗旱性。

2.2 水分胁迫条件下冷、暖型小麦叶片叶绿素含量的变化

叶绿素含量的高低在很大程度上反映了植株的生长状况和叶片的光合能力,同时在干旱条件下叶片叶绿素含量的变化能反映植物在逆境下维持正常代谢的能力和抗旱性。由图 3 可知,水分胁迫条件

下,小麦叶片的叶绿素含量均明显降低,且随着胁迫时间的延长,呈不断下降的趋势。冷、暖型小麦比较,在水分胁迫时间(0~96 h)内,冷型小麦小偃6号和陕229的叶绿素含量一直高于暖型小麦,冷型小麦两品种的叶绿素含量降低的幅度较大,但因其基础含量高,在胁迫96 h时,冷型小麦两品种的叶绿素含量仍高于暖型小麦 NR9405。冷型小麦小偃6号和陕229的叶绿素含量相比较,陕229在水分胁迫时间(0~96 h)内,其叶绿素含量一直高于冷型小麦小偃6号。

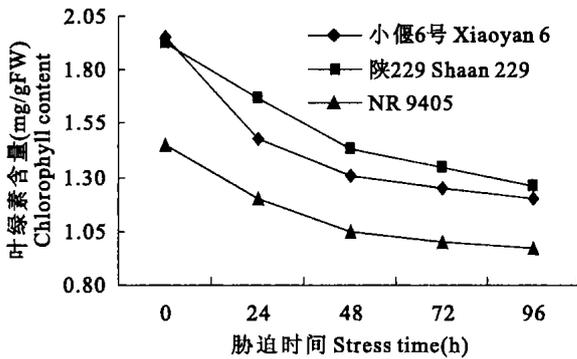


图3 水分胁迫条件下冷、暖型小麦叶绿素含量的变化

Fig. 3 Changes of chlorophyll content in the leaves of wheat under water stress

2.3 水分胁迫条件下冷、暖型小麦叶片可溶性蛋白质含量的变化

干旱条件下植物体内氮代谢通常表现为蛋白质合成减慢,分解加快,导致蛋白质含量降低;因此植物在受旱时维持正常或接近正常的蛋白质代谢是抗旱性的重要生理特征。由图4可看出,水分胁迫条件下,小麦叶片可溶性蛋白质含量呈下降趋势;胁迫24 h时,下降的幅度较大,24 h后下降趋势较为平缓。冷、暖型小麦比较,在不同的胁迫时间,冷型小麦的可溶性蛋白质含量均高于暖型小麦 NR9405;在胁迫96 h时,冷型小麦小偃6号和陕229的可溶性蛋白质含量分别下降了33.5%和43.8%,而暖型小麦 NR9405下降了55.2%,冷型小麦可溶性蛋白质含量的下降幅度小于暖型小麦。说明在干旱胁迫条件下,冷型小麦维持蛋白质氮代谢的能力强于暖型小麦。

2.4 水分胁迫条件下冷、暖型小麦叶片细胞膜相对透性的变化

细胞膜是细胞与环境物质进行交换的主要通道,对维持细胞的微环境和正常的代谢起着非常重要的作用,多种逆境都会使植物细胞的膜系统受损,

导致膜透性增大。因此逆境条件下细胞膜相对透性的变化反映了植物对逆境的适应能力。由图5可以看出,随着水分胁迫时间的延长,小麦叶片细胞膜的相对透性增大,呈现了一定的时间效应关系。冷、暖型小麦比较,在胁迫时间内,冷型小麦的细胞膜相对透性小于暖型小麦;胁迫96 h时,冷型小麦小偃6号、陕229的细胞膜相对透性分别为18.6%和16.3%,比正常条件分别增大10.0%和6.5%;而暖型小麦 NR9405的细胞膜相对透性为23.7%,比正常条件增大12.2%。胁迫处理后暖型小麦细胞膜相对透性和增大幅度均高于2个冷型小麦品种。

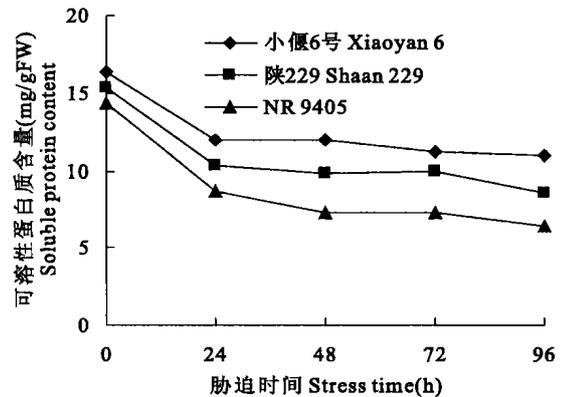


图4 水分胁迫条件下冷、暖型小麦可溶性蛋白质含量的变化

Fig. 4 Changes of soluble protein content of wheat under water stress

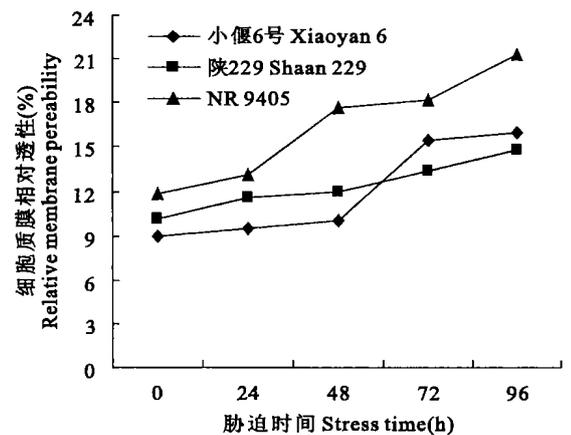


图5 水分胁迫条件下冷、暖型小麦细胞膜相对透性的变化

Fig. 5 changes of plasma membrane relative permeability of wheat under water stress

3 讨论

小麦温型是自然界中客观存在的一种重要生态生理现象。冯佰利等研究表明,在干旱条件下,低温种质的冠层温度持续偏低,代谢水平较高,植株活力

较强,尤其在籽粒灌浆后期更为明显,这种特性与暖型小麦品种形成鲜明对比,而且抗旱小麦品种的这种特性与冷型小麦表现是一致的^[7,8]。叶水势和相对含水量(RWC)是目前反映作物水分状况最为重要的生理指标^[9]。叶绿素含量既是叶片衰老的通用指标,也是光合功能的重要性状^[10]。可溶性蛋白质主要是植物体内一些代谢过程中的酶,其含量的多少,与植株体内的代谢强度有关^[11]。抗旱性强的品种在较高胁迫强度下可溶性蛋白质含量相对较高^[12]。生物膜是对逆境最敏感的原始反应部位,干旱胁迫对膜破坏的程度,即对膜透性的影响,在研究小麦抗旱性方面是至关重要的指标^[13]。本实验结果表明:干旱胁迫条件下,幼苗期冷型小麦比暖型小麦具有较高的叶片含水量和RWC,而水势与暖型小麦NR9405相比变化不大,说明冷型小麦具有较强的渗透调节能力,增强了吸水和保水能力,增强抗旱性;叶片叶绿素含量和可溶性蛋白质含量冷型小麦始终高于暖型小麦,为光合作用的正常进行及其氮代谢的维持奠定了良好的基础;在正常和胁迫条件下,冷型小麦叶片的细胞膜相对透性小于暖型小麦,说明冷型小麦对水分胁迫有较强的适应能力。干旱胁迫条件下,幼苗期冷型小麦较为优良的代谢生理特性,与前人在灌浆结实期对冷型小麦的研究趋势基本一致。说明冷型小麦的优良代谢特性不仅在灌浆期有优良的表现,在幼苗期对干旱胁迫也有良好的适应机制。但幼苗期冷型小麦对其它胁迫的适应性如何,还有待进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] Francois C, Genevieve C, Jean-christophe B. Molecular and physiological response to water deficit in drought-tolerant and drought-sensitive lines of sunflower [J]. *Plant Physiol*, 1998, 116: 319-328.
- [2] Carvajal M, Cooke D T, Clarkson D T. Responses of wheat plants to nutrient deprivation may involve the regulation of water channel function [J]. *Planta*, 1996, 199: 372-381.
- [3] 张立军,樊金娟,阮燕晔. 聚乙二醇在植物渗透胁迫生理研究中的应用 [J]. *植物生理学通讯*, 2004, 40(3): 361-364.
- [4] 张嵩午. 小麦温型现象研究 [J]. *应用生态学报*, 1997, 8(4): 471-474.
- [5] 张嵩午,王长发. 小麦冷源及其性状特征的研究 [J]. *中国农业科学*, 2001, 34(1): 40-45.
- [6] 高俊凤. *植物生理学实验技术* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [7] 冯佰利,张 宾,高小丽,等. 抗旱小麦的冷温特征及其生理特性分析 [J]. *作物学报*, 2004, 30(12): 1215-1219.
- [8] 冯佰利,高小丽,赵 琳,等. 干旱条件下小麦冠层温度及其性状的关联研究 [J]. *生态学杂志*, 2005, 24(5): 508-512.
- [9] 张喜英. 叶水势反映冬小麦和夏玉米水分亏缺程度的试验 [J]. *植物生理学通讯*, 1997, 33(4): 249-253.
- [10] 刘道宏. 植物叶片的衰老 [J]. *植物生理学通讯*, 1983, (2): 14-19.
- [11] 薛青武. 干旱条件下作物的物质代谢反应 [A]. 山仑, 陈培元. 旱地农业生理生态基础 [C]. 北京: 北京科学出版社, 1998. 78-95.
- [12] 吕金印,山 仑,高俊凤,等. 干旱对小麦灌浆期旗叶光合等生理特性的影响 [J]. *干旱地区农业研究*, 2003, 21(2): 77-81.
- [13] 高爱丽. 水分胁迫下叶片渗透调节与抗旱性关系 [J]. *西北植物学报*.

Comparison of the physiological characteristics between cold type wheat and warm type wheat under water-stress in seedling stage

YANG Ya-ping, ZHOU Chun-ju, HU Jing-jiang, WU Xian-qiang, ZHOU Tao, ZHU Yan, LIN Sen-long
(College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The leaf chlorophyll, soluble protein contents, relative membrane permeability, RWC, hydraulic potential between cold type wheat and warm type wheat during seedling period under PEG⁶⁰⁰⁰ permeation stress and water solution were studied. The results indicated that under water-stress the cold type wheat variety showed stronger in the chlorophyll, soluble protein contents, relative membrane permeability, RWC, hydraulic potential compared with the warm one. The results showed the cold type wheat adapts to drought better than the warm one.

Keywords: cold type wheat; warm type wheat; PEG stress; physiological characteristic